



TITLE:

Nondestructive evaluation of larval development and feeding behavior of the bamboo powderpost beetle *Dinoderus minutus* in bamboo culms(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Watanabe, Hiroki

CITATION:

Watanabe, Hiroki. Nondestructive evaluation of larval development and feeding behavior of the bamboo powderpost beetle *Dinoderus minutus* in bamboo culms. 京都大学, 2018, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21140>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	渡辺 祐基
論文題目	Nondestructive evaluation of larval development and feeding behavior of the bamboo powderpost beetle <i>Dinoderus minutus</i> in bamboo culms （竹材におけるチビタケナガシンクイ幼虫の発育および食害行動の非破壊評価）		
（論文内容の要旨）			
<p>竹材は再生速度が速く、強度的にも優れた材料であるが、昆虫類による食害を受けやすいという欠点を有する。チビタケナガシンクイは、日本において、伐採後の乾燥竹材を食害する特に重要な昆虫種として知られている。本種は一生の大部分を竹材内部で過ごすため、直接観察が困難で、生活史や食害行動に関して既往の知見がほとんどない。本論文は、竹材内部における本種の幼虫の発育・成長過程および食害行動を解明するための非破壊評価手法として、X線コンピュータ断層撮影（CT）およびアコースティック・エミッション（AE）法の有効性を検討した一連の研究の成果を取りまとめたものであり、5章から成る。</p> <p>第1章では、関連する文献を総括した。本種の生活史に関する既往の研究は、破壊的手法もしくは人工飼料による飼育法を使用して実施されたため、竹材内部での幼虫の発育や行動は明らかにされていないことを述べた。そこで、木材内部の昆虫およびその食害の非破壊検出技術に関する既往の研究を総括し、X線CTおよびAE法が本種の幼虫の解析手法として期待できることを述べた。</p> <p>第2章では、X線CTの有用性を検討した。まず、本種による食害材をマイクロフォーカスX線CT装置で撮像することで、CT画像中にて虫体が孔道部分や虫粉と区別できること、さらに幼虫・蛹・成虫といった成長段階を識別できることを示した。続いて、卵を採取し、孵化直後から羽化まで定期的にCT撮像を行うことで、幼虫期間を通じた個体別モニタリングを行った。デンプンおよび糖を含ませ、積層したろ紙を使用することで、容易に卵を採取することができた。卵は平均長さ0.84 mmで、卵期間は平均5.0日であった。CT画像より、幼虫は平均体長3.53 mmに達した後に蛹化し、1個体は平均61日の幼虫期間に平均80.2 mmの孔道をあけながら68.0 mm³の竹材を摂食したことが明らかになった。羽化直後の新成虫は竹材内部に留まって摂食し、羽化から平均8日後に脱出孔あけた。この期間には、成虫は1日あたり平均長さ2.64 mm、体積4.87 mm³の速度で穿孔した。したがって、X線CTは本種の成長過程や食害の程度を非破壊的かつ定量的に評価できる手法であることが示された。しかし、CTによる観察は断続的であったため、脱皮を特定するには至らなかった。</p> <p>摂食活動の連続解析手法として、AEモニタリングが有効と考えられた。そこで第3章では、竹材試料中の本種の幼虫および成虫の口器の動きを直接観察しながら、試料に固定したAEセンサによってAE計測を行うことで、摂食活動とAE発生の関係を明らかにした。摂食活動時、幼虫および成虫は大あごを用いて試料をかじっており、これに伴いAEヒットが検出された。使用した計測条件下で、AEヒットを伴う「かじる動き」は、幼虫では全体の「かじる動き」の26～42%を、成虫では27～43%を占めた。一方で、非摂食時にはAEヒットはほとんど検出されなかった。したがって、AE発生が本種の摂食活動に対応することが直接的に確認され、AE計測によって摂食活動を連続的に解析できることが示された。</p>			

第4章では、AEモニタリングによって10個体の摂食活動を孵化直後から個体別に連続計測した。得られたAEデータから、幼虫の齢期や脱皮を特定し、成長に伴うAEの変化や摂食パターンを解析した。さらに、うち2個体についてはX線CTによる観察も併用し、摂食活動の時間変化と成長段階、および摂食量の関係を明らかにした。AEヒット率（1時間あたり）の推移より、幼虫は各齢期においては連続的に摂食活動を行っていたと考えられたが、脱皮や蛹化に伴いAE発生は停止した。したがって、齢期の数や期間が測定可能となった。5個体の幼虫は7齢が終齢で、他の5個体は8齢が終齢であった。5分あたりのAEヒット数の推移より、幼虫の摂食活動には一定の周期性が存在することが示唆され、その齢ごとの平均周期は0.76～2.19時間であった。AE振幅は齢期とともに増加したが、AE波の距離減衰に伴い、この傾向が不明瞭となる場合があった。幼虫の摂食量は累積AEヒット数とともに増加し、齢の増加に伴い1ヒットあたりの摂食量は増加する傾向が認められた。

第5章では、X線CTおよびAEモニタリングの昆虫学的意義をまとめ、これらの防除における有用性について考察した。X線CTおよびAEモニタリングは、本種の防除に必要とされる生態を非破壊的に解明する手法となりうること、および食害の診断や駆除手法の効能評価などに応用でき、防除に直接的および間接的に役立つことを論じた。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

チビタケナガシנקイは竹材の重要な食害昆虫である。本種は一生の大部分を竹材内部で過ごすため、直接観察が困難で、生活史や食害行動に関して既往の知見がほとんどない。本論文は、竹材内部における本種の卵から成虫までの発育・成長過程や、その間の食害行動を非破壊的に解明する手法として、X線コンピュータ断層撮影(CT)およびアコースティック・エミッション(AE)モニタリングの有用性を実験的手法によって明らかにした。評価すべき点は以下の3点にまとめられる。

1. 本種による食害材のマイクロフォーカスX線CT装置による撮像画像上で、虫体、孔道、虫粉の識別ができ、さらに幼虫・蛹・成虫といった成長段階が識別できた。また採取卵の孵化直後から羽化までの定期的なCT撮像により、長さ約0.84 mmの卵から孵化した幼虫が、平均体長3.53 mmにまで成長し、平均幼虫期間61日の間に、約80.2 mmの孔道をあけながら68.0 mm³の竹材を摂食した。羽化直後の新成虫は竹材内部を摂食し、平均8日後に脱出孔をあけた。このように本論文はX線CTによって本種の成長過程や食害の程度を非破壊的かつ定量的に評価できることを示した。

2. 摂食活動の連続解析手法として、幼虫・成虫の口器の動きを直接観察しながら、試料に固定したAEセンサによってAE計測を行い、摂食活動とAE発生との関係を明らかにした。すなわち幼虫・成虫は大あごを用いて試料をかじり、これに伴いAEヒットが検出された。AEヒットを伴う「かじる動き」は、幼虫では全体の「かじる動き」の26～42%を、成虫では27～43%を占めた。一方で、非摂食時にはAEヒットはほとんど検出されなかった。このように本論文は、AE計測によって本種の幼虫の摂食活動を連続的に解析できることを示した。

3. 孵化直後からの幼虫10個体を個別に接種した材に対してAEモニタリングを適用し、そのうち2個体についてはX線CT撮像も併用した。その結果、AEの消長から、幼虫は各齢期においては連続的に摂食活動を行うこと、AE停止期は脱皮や蛹化に対応すること、幼虫の摂食活動には一定の周期性が存在し、その平均周期は0.76～2.19時間であること、AE振幅は齢期とともに増加すること、摂食量は累積AEヒット数とともに増加し、齢の増加に伴い1ヒットあたりの摂食量は増加することを明らかにした。このように本論文は、AE計測によって本種の幼虫の摂食活動の変化、発育や成長過程を非破壊的に解析および評価できることを示した。

以上のように、本論文は、竹材内部におけるチビタケナガシנקイの卵から成虫までの発育・成長過程や食害行動を非破壊的かつ定量的に評価するための手法としてのX線CTおよびAEモニタリングの有用性を示すとともに、新規な昆虫生態学的な知見、竹材加害昆虫の非破壊検出や防除法の開発のための知見をもたらしており、林産加工学、木材保存学ならびに昆虫生態学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成30年1月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)